



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 38 990 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 26 D 7/01
B 26 D 3/16
B 26 D 1/46
C 03 B 33/03

⑳ Aktenzeichen: 196 38 990.9
㉔ Anmeldetag: 23. 9. 96
㉕ Offenlegungstag: 27. 3. 97

DE 196 38 990 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
22.09.95 JP 7-269504

⑦1 Anmelder:
Memc Electronic Materials, Inc., St. Peters, Mo., US

⑦4 Vertreter:
W. Maiwald und Kollegen, 80336 München

⑦2 Erfinder:
Okuno, Kiyohito, Ohtsu, Shiga, JP; Itoh, Sadahiko,
Ohtsu, Shiga, JP; Horii, Hisashi, Ohtsu, Shiga, JP

⑤4 **Schneidemaschine**

⑤7 Eine Schneidemaschine mit Schneidedrähten umfaßt:
Nutenwalzen; Drähte, die unter Zug mittels Führungsnuten
der Nutenwalzen bewegt werden; und einen Haltemechanis-
mus zur Halterung eines Werkstücks während einer linearen
Bewegung in Berührung mit den Drähten; wobei der
Haltemechanismus so ausgebildet ist, daß er das Werkstück
schwenken kann.

DE 196 38 990 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 97 702 013/677

10/25

Diese Erfindung betrifft eine Schneidemaschine, mit der Blöcke von Keramik, Glas, Silizium und andere Materialien in Scheiben geschnitten werden können.

Eine Schneidemaschine schneidet Blöcke von Keramik, Glas, Silizium und so weiter in eine Mehrzahl von Scheiben. Solch eine Schneidemaschine umfaßt generell: Walzen mit Führungsnuten, die schwenkbar auf einem beweglichen Rahmen montiert sind; eine Mehrzahl von Drähten, die auf den Walzen angebracht und in den Führungsnuten aufgenommen sind; einen Werkstückhalter, der das Werkstück in einer vorbestimmten Stellung hält, sowie eine anhebbare und senkbare Vorrichtung, um das Werkstück in Kontakt mit den Drähten zu bringen.

Bei der vorgenannten Schneidemaschine wird das Werkstück durch die Drähte zerschnitten, während das Werkstück linear gegen die Drähte bewegt wird.

Wenn ein zylindrisches Werkstück entlang einer Linie senkrecht zu seiner Längsachse gegen die Drähte bewegt wird, um das Werkstück in Scheiben zu schneiden, unterscheidet sich die Länge eines Drahtes, die das Werkstück in der Mitte des Schnittes kontaktiert, erheblich von der beim Beginn oder beim Ende des Schneidens. Da die Kontaktlänge des Drahtes mit dem Werkstück in der Mitte des Schnittes lang ist, vermindert sich relativ die Zufuhr von Arbeitsflüssigkeiten wie Kühlflüssigkeit und Schneideflüssigkeit sowie die Abfuhr von zerkleinertem Material, wodurch sich die Schneidebedingungen verschlechtern.

Die Durchmesser von Werkstücken (einschließlich insbesondere monokristalliner Siliziumbarren, die zur Herstellung von Halbleiterwafers gezüchtet wurden) haben bis zu einem Ausmaß zugenommen, daß die vorgenannte Schneidemaschine nicht mehr in der Lage ist, solche großen Werkstücke zufriedenstellend zu schneiden.

Um die oben genannten Probleme zu lösen, offenbart die japanische Patentveröffentlichung 6-35107 eine Schneidemaschine. Die Schneidemaschine hat ein schwenkbares Teil und ein Paar von Nutenwalzen, um einen Draht auszuspannen, wobei die Walzen schwenkbar auf dem schwenkbaren Teil angeordnet sind. Die Länge eines Drahtes, die ein Werkstück berührt, kann dadurch eingestellt werden, daß das schwenkbare Teil über einen vorbestimmten Winkel vorwärts oder rückwärts verschwenkt wird.

Jedoch zeigt die genannte Schneidemaschine die folgenden Probleme.

Das Verschwenken der Walzen, die die Drähte tragen, bewirkt daß die Länge und die Spannung der Drähte auf der Seite verändert wird, von welcher der Draht zu den Walzen abgegeben wird, und auf der Seite, auf welcher der Draht von den Walzen aufgenommen wird, und zwar jedes Mal, wenn die Walzen geschwenkt werden. Entsprechend wird eine Einstellungs Vorrichtung mit einer Mehrzahl von Aufnahmerädern benötigt, um die nötige Einstellung durchzuführen. Dies führt zu einer komplexen Struktur der Schneidemaschine und erhöht ihre Ausmaße erheblich.

Es ist außerdem sehr schwierig, die Drähte mit Spannung auf die Aufnahmeräder und die Nutenwalzen zu montieren.

Außerdem ist es schwierig, die Arbeitsgeschwindigkeit zu erhöhen, da sich die Länge der Drähte zwischen den Aufnahmerädern andauernd ändert.

Die vorliegende Erfindung schafft eine verbesserte

Drahtschneidemaschine. Die Gesamtgröße der Schneidemaschine ist relativ gering, ein Draht kann leicht unter Spannung montiert werden, und die Schneidemaschine gestattet ohne weiteres die Erhöhung der Drahtgeschwindigkeit.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Drahtschneidemaschine geschaffen, die folgendes umfaßt: Mit Nuten versehene Walzen; Drähte, die unter Spannung in Führungsnuten der Nutenwalzen angeordnet sind; und einen Haltemechanismus, um das Werkstück zur linearen Bewegung zum Kontakt mit den Drähten zu halten; wobei der Haltemechanismus schwenkbar ausgebildet ist.

Der Haltemechanismus umfaßt vorzugsweise: Einen bewegbaren Rahmen, der auf einem Rahmenwerk so angeordnet ist, daß er frei bewegbar ist; eine Bogenführung, die auf dem bewegbaren Rahmen ausgebildet ist; ein bewegbares Stützteil, das frei bewegbar auf der Bogenführung angebracht ist, und einen Antriebsmechanismus, um das bewegbare Stützteil zu schwenken.

Der Antriebsmechanismus umfaßt vorzugsweise: Ein Ritzel, das auf der antreibbaren Welle eines reversibel drehbaren Teils angeordnet ist; einen mit dem bewegbaren Stützteil verbundenen Eingriffsabschnitt; und eine Zahnstange im Eingriff mit dem Ritzel.

Fig. 1 zeigt eine schematische Frontansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform der Schneidemaschine.

Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht gemäß Fig. 1.

Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Ansicht von vorne des Haltemechanismusbereichs der Schneidemaschine gemäß Fig. 1.

Fig. 4 zeigt eine teilweise Seitenansicht auf den Haltemechanismus gemäß Fig. 3, der teilweise geschnitten gezeigt ist, um den inneren Aufbau zu zeigen.

Fig. 5 ist eine weitere vergrößerte teilweise Ansicht des Haltemechanismus gemäß Fig. 4, wobei zusätzliche Teile im Schnitt gezeigt sind.

Fig. 6-1 bis 6-3 sind schematische Ansichten, die die relative Anordnung von Drähten und einem Werkstück zueinander bei dem Schneidevorgang veranschaulichen.

Es folgt eine detaillierte Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform.

Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen umfaßt eine Schneidemaschine drei Walzen 3, 4 und 5, die eine Mehrzahl von Nuten aufweisen und drehbar parallel zueinander an einem Rahmenwerk 1 angeordnet sind; ein Schneidemechanismus 2, der um die Walzen 3, 4 und 5 gewundene Drähte 6 umfaßt; ein Haltemechanismus 7 zum Stützen eines Werkstückes aus Keramik, Glas, Silizium usw. der so auf dem Rahmenwerk 1 angeordnet ist, daß er sich senkrecht aufwärts und abwärts bewegen und ein Werkstück 50 mit dem Draht in Berührung bringen kann; und Düsen 8 und 9 zur Zufuhr einer Arbeitsflüssigkeit wie beispielsweise einer Kühlflüssigkeit oder einer Schneidflüssigkeit, in welcher teilchenförmiges Schleifmittel und eine Kühlflüssigkeit miteinander vermischt sind. Die Düsen 8 und 9 sind so an der Maschine angeordnet, daß sie sich oberhalb der Drähte befinden.

Die genannten Walzen 3, 4 und 5 sind in Form eines umgekehrten Dreiecks angeordnet und schwenkbar auf einem Rahmen 1a angebracht, welcher an dem Rahmenwerk 1 befestigt ist.

Der Draht 6 verläuft um eine nicht gezeigte Trommel, die sich an der Seite des Schneidemechanismus 2 befindet. Der Draht 6 verläuft von der Trommel um die Walzen 3, 4 und 5 zu einer anderen Trommel, die am ande-

ren Ende des Schneidemechanismus 2 angeordnet ist, in der durch die Pfeile an den Drähten gemäß Fig. 1 angezeigten Richtung.

Die Düsen 8 und 9 sind mit einer Pumpe zur Zufuhr einer Flüssigkeit über ein nicht gezeigtes Rohr verbunden, welches die Flüssigkeit zuführt und mit einem Magnetventil versehen ist.

Bei dem genannten Haltemechanismus 7 sind Tragebereiche 10a bewegbar auf Führungen 1b des Rahmenwerks 1 angeordnet, wie in Fig. 3, 4 und 5 gezeigt. Der Haltemechanismus 7 umfaßt einen bewegbaren Rahmen 10, der sich aufwärts und abwärts in senkrechter Richtung bewegen kann, sowie Gleiteile 11a und 12a. Führungen 11 und 12 (im Handel erhältliche Produkte, die von THK hergestellt werden) sind am bewegbaren Rahmen 10 befestigt, und ein bewegbares Stützteil 13 ist an den Gleiteilen 11a und 12a befestigt. Ein Antriebsteil 14 löst die Bewegung des bewegbaren Rahmens 10 aus, und ein Antriebsmechanismus 15 kann angetrieben werden, um das bewegbare Stützteil 13 im Uhrzeigersinn wie auch in Gegenuhrzeigersinn zu schwenken.

Die Drehmittelpunkte der Bögen, die durch die Form jeder der genannten Führungen 11 und 12 definiert sind, koinzidieren miteinander und mit der Mittellängsachse des Werkstücks 50.

Es ist denkbar, daß statt der jeweiligen Führungen 11 und 12 eine nicht gezeigte Führung verwendet werden kann, die aus einer bogenförmigen Führungsbahn mit einer Schwalbenschwanznut und einer bewegbaren Halterung besteht, die mit der Schwalbenschwanznut in Eingriff steht.

Das bewegbare Stützteil 13 ist mit einem Basisteil 13a ausgestattet, das zur Befestigung des Werkstücks 50 an dem bewegbaren Stützteil dient.

An einem Ende des Antriebsteils 14 befindet sich ein Kettenrad 19 mit Kettenzähnen (Fig. 5). Das Antriebsteil 14 umfaßt eine Führungsschraube 16, die zur Drehung auf dem Rahmenwerk 1 mittels Führungen 17 und 18 so angeordnet ist, daß sie senkrecht zum Rahmenwerk 1 steht. Eine elektromagnetische Bremse 20 ist am oberen Ende der Führungsschraube 16 befestigt. Eine reversible Einrichtung 21 hat ein Kettenrad 22 mit Kettenzähnen, das an einem Antriebsschaft der reversiblen Einrichtung 21 befestigt ist. Die reversible Einrichtung umfaßt einen Motor 21a und ein Übersetzungsgetriebe 21b, die beide auf dem Rahmenwerk 1 angeordnet sind, sowie eine Kette 23, die unter Zug auf den Kettenrädern 19 und 22 angeordnet ist. So kann die Drehung der Führungsschraube 16 selektiv durch Betätigung der reversiblen Einrichtung 21 angetrieben werden.

Die Führungsschraube 16 ist durch eine Kugellager-einrichtung 24 an dem bewegbaren Rahmen 10 befestigt. Der bewegbare Rahmen 10 kann durch Verdrehung der Führungsschraube 16 selektiv abwärts und aufwärts entlang einer Führung 1b bewegt werden. Die elektromagnetische Bremse 20 ist beim Anhalten der reversiblen Einrichtung 21 betätigbar, um im wesentlichen gleichzeitig die Verdrehung des Schaftes 16 anzuhalten, was eine präzise Festsetzung des bewegbaren Rahmens 10 in der gewünschten Position bewirkt.

Statt der Führungsschraube 16 und der Kugellageranordnung 24 kann ein Gewindenschaft und eine Mutter oder irgend eine anderen lineare Verstellvorrichtung (nicht gezeigt) verwendet werden.

Der Antriebsmechanismus 15 ist betätigbar, um selektiv das bewegbare Stützteil 13 zu schwenken. Der Antriebsmechanismus umfaßt einen reversiblen Verdrehungsmechanismus 25 mit einem Motor 25a, der auf

dem bewegbaren Stützteil 13 montiert ist, sowie ein Übersetzungsgetriebe 25b (Fig. 3 und 4). Ein Ritzel 26 ist drehbar auf dem schwenkbaren Stützteil 13 mittels Führungen 27 und 28 angeordnet und auf dem Antriebsschaft 25b1 des Übersetzungsgetriebes 25b befestigt. Eine Zahnstange 29 ist mit jedem ihrer Enden mittels entsprechender Führungen 30 mit dem beweglichen Stützteil 13 verbunden. Die Führungen 30 erlauben eine seitliche Bewegung der Zahnstange 29 relativ zu dem bewegbaren Stützteil 13.

In einem mittleren Bereich der Zahnstange 29 ist eine Führung 31 vorgesehen, auf welcher die Zahnstange verschwenkt werden kann. Die Führung 31 ist in einer Tasche 10b des bewegbaren Rahmens 10 aufgenommen, der die Führung und die Zahnstange 29 daran hindert, sich bezüglich des Rahmens in horizontaler Richtung zu bewegen, aber eine Schwenkbewegung der Zahnstange auf der Führung bezüglich zum Rahmen gestattet.

Wenn das Ritzel 26 durch den reversiblen Drehmechanismus 25 gedreht wird, strebt das Ritzel 26, die Zahnstange 29 in horizontaler Richtung zu bewegen. Jedoch kann sich die Zahnstange 29 nicht in horizontaler Richtung bewegen, weil die Zahnstange 29 mittels der Aufnahme der Führung 31 in der Tasche 10b mit dem bewegbaren Rahmen 10 verbunden ist. Folglich bewegt sich das Ritzel 26 auf der Zahnstange 29.

Dadurch bewegt sich das bewegbare Stützteil 13, an dem das Zahnrad 26 und der Drehmechanismus 25 befestigt sind, entlang den jeweiligen Bogenführungen 11 und 12. Das Werkstück 50, das auf dem Basisteil 13a des bewegbaren Stützteils 13 befestigt ist, wird kontinuierlich vorwärts und rückwärts über einen vorbestimmten Winkel bezüglich der Drähte 6 gedreht, wie in Fig. 6 gezeigt ist.

Im folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schneidemaschine beschrieben.

Zunächst wird das Werkstück 50 auf dem Basisteil 13a des bewegbaren Stützteils 13 in üblicher Weise befestigt. Die Drähte 6 werden in der durch den Pfeil A angegebenen Richtung bewegt, in dem die Walzen 3, 4 und 5 des Schneidemechanismus 2 mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit gedreht werden, und gleichzeitig wird eine Arbeitsflüssigkeit zu den Drähten 6 dadurch zugeführt, daß eine Pumpe eines Flüssigkeitszuführmechanismus (nicht gezeigt), die mit den Düsen 8 und 9 zur Zufuhr der Flüssigkeit verbunden ist, betätigt wird.

Der Schaft 16 wird durch geregelte Betätigung des Antriebsteils 14 verdreht, um den bewegbaren Rahmen 10 und das auf dem bewegbaren Rahmen angeordnete Werkstück 50 mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit gegen die Drähte 6 zu bewegen.

Gleichzeitig wird das Ritzel 26 durch den reversiblen Drehmechanismus 25 des Antriebsmechanismus 15 vorwärts und rückwärts verdreht. Das Werkstück 50 wird über einen vorbestimmten Winkel vorwärts und rückwärts gedreht, in Richtung C oder D wie in Fig. 6-1 und 6-3 jeweils gezeigt.

Auf diese Weise kann die Länge des Drahtes 6, die das Werkstück 50 berührt, wesentlich gleichförmiger gehalten werden, während das Werkstück geschnitten wird. So kann ein Werkstück mit einem großen Durchmesser relativ leicht mit der erfindungsgemäßen Schneidemaschine geschnitten werden.

Bei der beschriebenen Ausführungsform werden die Drähte 6, die von einer nicht gezeigten Trommel kommen, in Richtung A bewegt und von einer nicht gezeigten anderen Trommel aufgenommen. Dann werden die

Trommeln in die Gegenrichtung gedreht, so daß sich die Drähte 6 in Richtung B bewegen. Die Geschwindigkeit der Drähte 6 kann abhängig von der Richtung geändert werden, in welche sich die Drähte bewegen, wie dem Fachmann ohne weiteres verständlich ist.

Bei der beschriebenen Ausführungsform wurde das Werkstück 50 in einer oszillierenden Bewegung vom Anfang bis zum Ende des Schneidevorganges vorwärts und rückwärts verschwenkt. Es ist im Rahmen der Erfindung jedoch ebenfalls möglich, das Werkstück 50 nur in der Mitte des Schneideprozesses vorwärts und rückwärts zu verschwenken.

Bei der erfindungsgemäßen Schneidemaschine wird der Stützmechanismus über einen vorbestimmten Winkel um eine Achse geschwenkt, die im wesentlichen mit der Längsachse des Werkstückes zusammenfällt. Daher kann die ganze Maschine sehr klein ausgeführt werden, und die Drähte können sehr leicht unter Spannung montiert werden. Weiterhin kann die Geschwindigkeit der Drähte erhöht werden, da die Konstruktion des Schneidemechanismus mittels Drähten nicht komplex ist. Außerdem kann die Länge der Drähte, die das Werkstück 50 berührt, während des Schnittes eingestellt werden. Dadurch kann ein Werkstück mit großem Durchmesser leicht geschnitten werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Haltemechanismus: Einen bewegbaren Rahmen, der auf einer Maschine frei beweglich montiert ist; eine Bogenführung, die auf dem bewegbaren Rahmen ausgebildet ist; ein bewegbares Stützteil, das auf der Bogenführung frei bewegbar montiert ist; und einen Antriebsmechanismus, der das bewegbare Stützteil über einen vorbestimmten Winkel bewegt. Der Antriebsmechanismus umfaßt vorzugsweise: Ein Ritzel, das auf der Antriebswelle eines reversibel drehbaren Teiles angeordnet ist; einen mit dem bewegbaren Stützteil verbundenen Eingriffsbereich; und eine Zahnstange im Eingriff mit dem Ritzel. Ein Werkstück kann mit dem genannten Antriebsmechanismus sanft über einen vorbestimmten Winkel bezüglich der Drähte hin und her verschwenkt werden.

Patentansprüche

1. Eine Schneidemaschine zum Schneiden eines Werkstücks, wobei die Schneidemaschine umfaßt: ein Rahmenwerk; einen Schneidemechanismus; einen Haltemechanismus, der für die Halterung des Werkstückes, während dieses durch den Schneidemechanismus zerschnitten wird, ausgelegt ist, wobei der Haltemechanismus und der Schneidemechanismus so zu einer relativen Bewegung angeordnet sind, daß das Werkstück in Kontakt mit dem Schneidemechanismus gebracht wird, um das Werkstück zu zerschneiden; wobei der Haltemechanismus so auf dem Rahmenwerk angeordnet ist, daß er bezüglich des Rahmenwerkes eine Schwenkbewegung ausführen kann, wodurch das Werkstück bezüglich dem Schneidemechanismus verschwenkt werden kann, während das Werkstück von dem Schneidemechanismus geschnitten wird.
2. Die Schneidemaschine gemäß Anspruch 1, bei der der Haltemechanismus so angeordnet ist, daß das Werkstück um eine Längsachse des Werkstücks schwenkbar ist.
3. Die Schneidemaschine gemäß Anspruch 1, bei

dem der Schneidemechanismus ein Schneideelement umfaßt, welches das Werkstück berührt, um das Werkstück zu zerschneiden, und der Haltemechanismus gesteuert schwenkbar ist, um die Länge des Schneideelementes, die das Werkstück berührt, während des Schneidens des Werkstückes im wesentlichen gleich zu halten.

4. Die Schneidemaschine gemäß Anspruch 3, bei welcher der Schneidemechanismus weiterhin Walzen umfaßt und das Schneideelement wenigstens einen Draht umfaßt, der sich um die Walzen erstreckt, wobei der Draht eine Länge zwischen den Walzen aufweist, um das Werkstück zu schneiden.

5. Die Schneidemaschine nach Anspruch 1, wobei der Haltemechanismus umfaßt:

einen bewegbaren Rahmen, der so auf dem Rahmenwerk angeordnet ist, das er relativ zum Rahmenwerk und zum Schneidemechanismus bewegbar ist, um das Werkstück gegen den Schneidemechanismus zu bewegen;

eine Bogenführung auf dem bewegbaren Rahmen; ein bewegbares Stützteil, das an der Bogenführung angeordnet ist, um eine Bewegung in einem Bogen bezüglich des bewegbaren Rahmens auszuführen; und

ein Antriebsmechanismus, um das bewegbare Stützteil entlang dem Bogen vorwärts und rückwärts zu bewegen, um das Werkstück bezüglich des Schneidemechanismus zu verschwenken.

6. Die Schneidemaschine nach Anspruch 5, bei welcher der Antriebsmechanismus umfaßt:

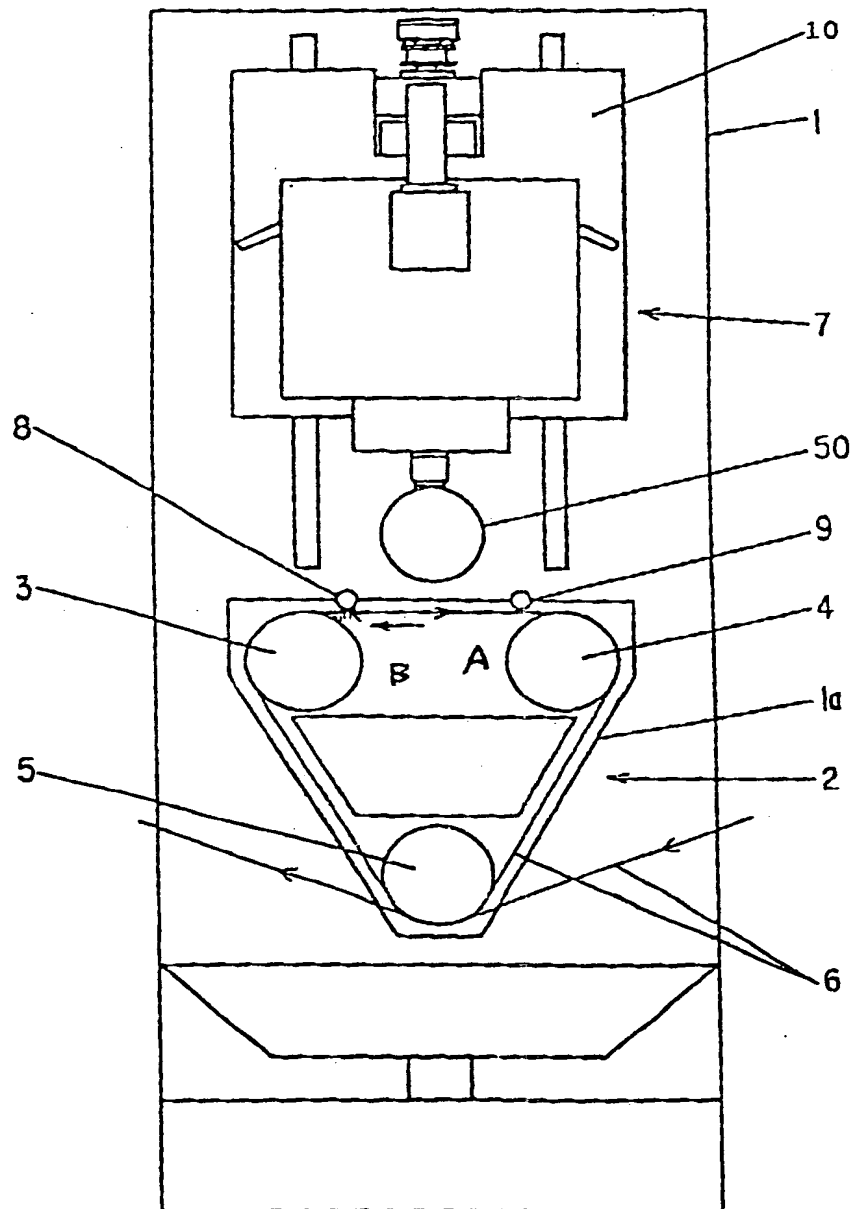
einen reversiblen Drehmechanismus, der funktionsmäßig mit dem Stützteil verbunden ist, wobei der reversible Drehmechanismus ein Ritzel umfaßt;

eine Zahnstange, die mit dem bewegbaren Rahmen in Verbindung steht und im Eingriff mit dem Ritzel ist, wobei eine Drehung des Ritzels das Stützteil bezüglich des bewegbaren Rahmens entlang der Bogenführung bewegt.

7. Die Schneidemaschine nach Anspruch 6, bei welcher die Zahnstange an einer ortsverändernden Bewegung bezüglich des bewegbaren Rahmens gehindert ist, aber bezüglich des bewegbaren Rahmens schwenkbar angeordnet ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



*

Fig. 2

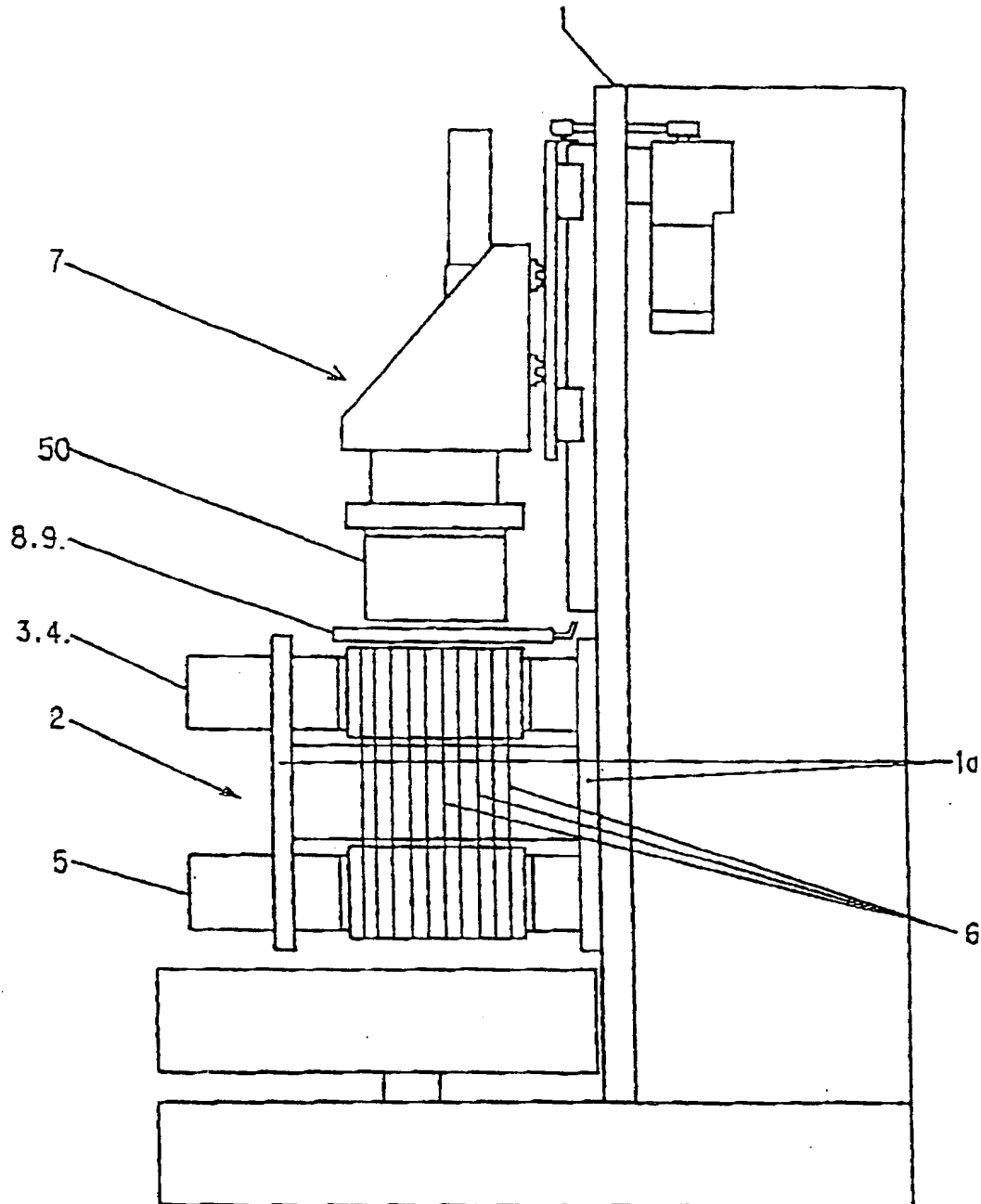


Fig. 3

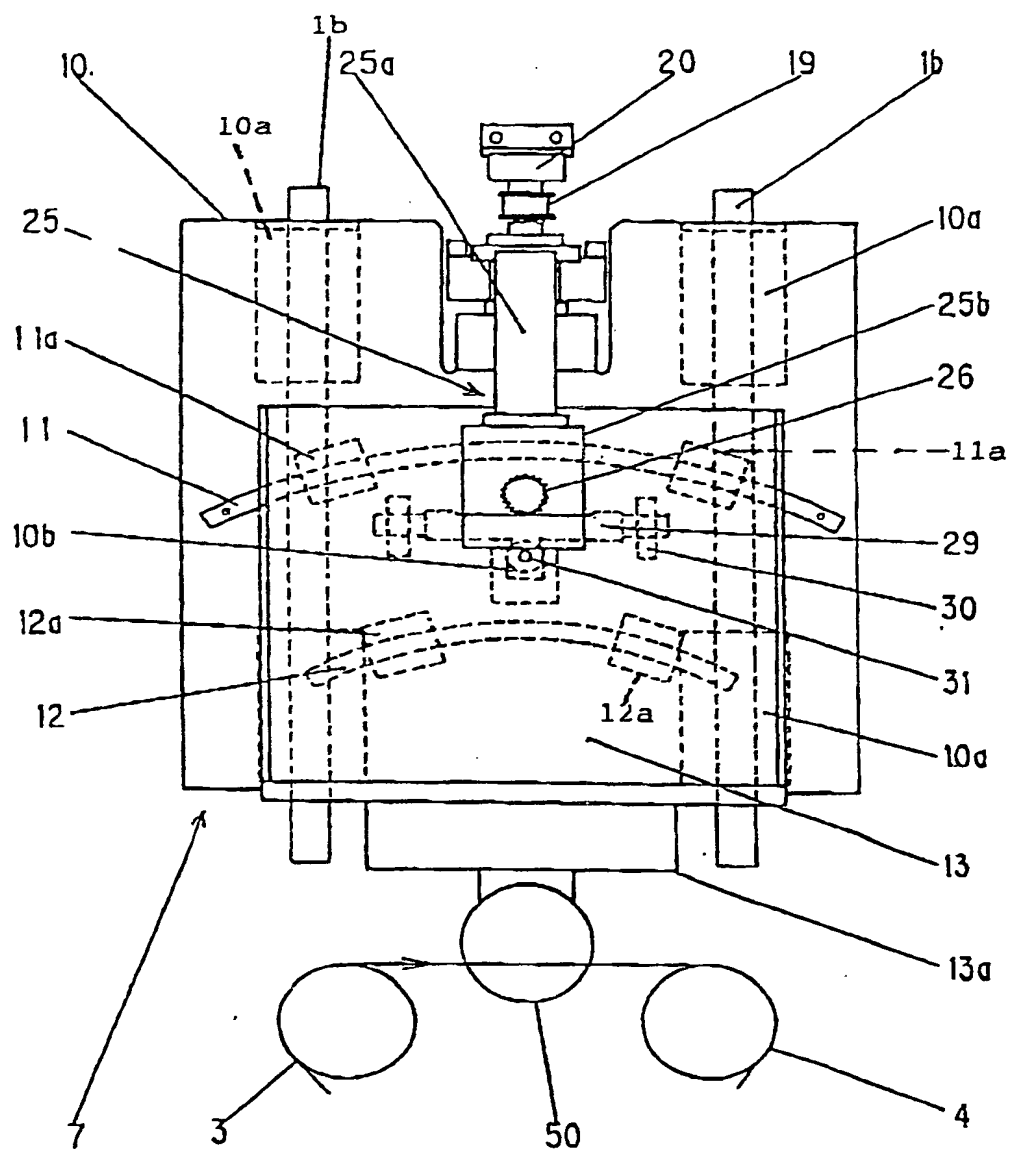


Fig. 4

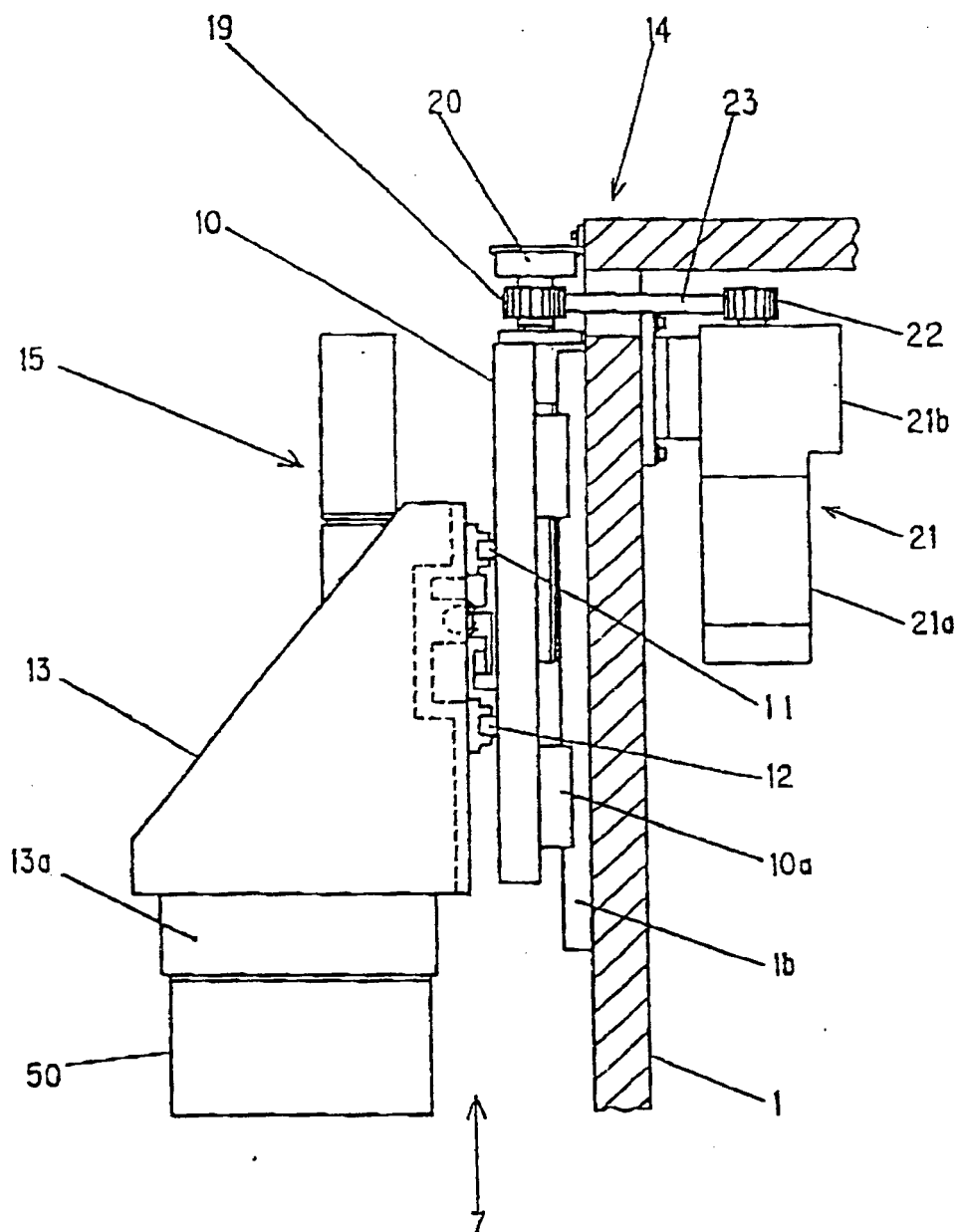
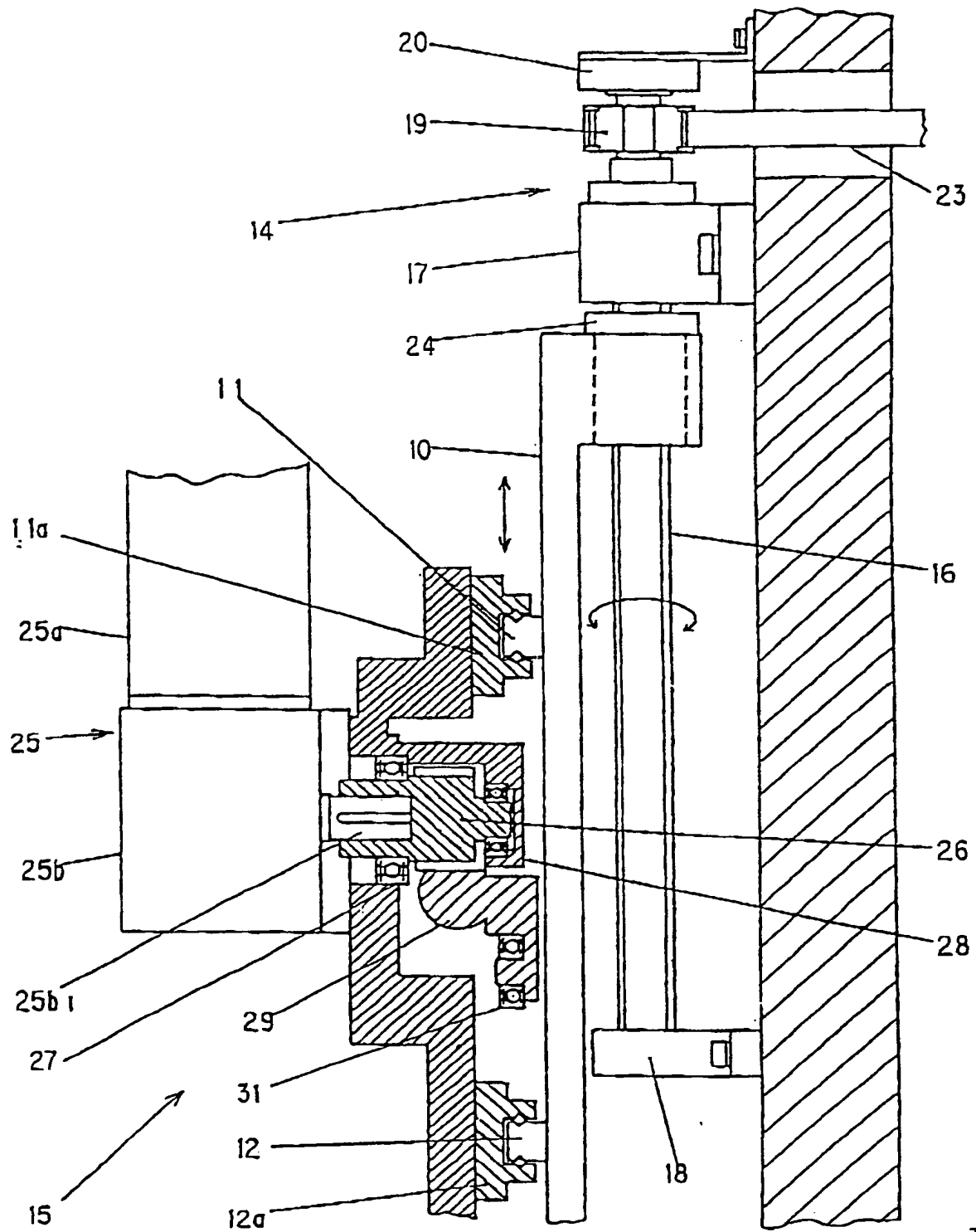


Fig. 5



702 013/677

Fig. 6

